

MESTRADO
MATEMÁTICA FINANCEIRA

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
RELATÓRIO DE ESTÁGIO

GESTÃO DE ATIVOS E PASSIVOS NO NEGÓCIO VIDA

MAFALDA JOÃO TRINDADE MONTEIRO

OUTUBRO DE 2016

MESTRADO EM MATEMÁTICA FINANCEIRA

TRABALHO FINAL DE MESTRADO RELATÓRIO DE ESTÁGIO

GESTÃO DE ATIVOS E PASSIVOS NO NEGÓCIO VIDA

MAFALDA JOÃO TRINDADE MONTEIRO

ORIENTAÇÃO:

ONOFRE ALVES SIMÕES
PEDRO INÊS

OUTUBRO DE 2016

RESUMO

A Gestão de Ativos e Passivos (ou ALM) é uma ferramenta integrante do sistema de gestão de riscos de uma qualquer empresa, sendo fundamental para a boa gestão do negócio. Isto é particularmente verdade para as empresas do setor bancário e também para as seguradoras do ramo Vida e Pensões.

ALM é uma técnica definida como sendo um processo de gestão de ativos, de modo a cumprir um determinado objetivo relacionado com as responsabilidades assumidas pela empresa. Através da análise e coordenação de ativos e passivos a empresa previne-se de eventuais riscos futuros, elaborando para tal um conjunto de estratégias que visam permitir a consecução dos objetivos pretendidos.

O principal propósito deste projeto é analisar um carteira real de ativos financeiros e de apólices de um seguro de vida, cujas responsabilidades têm a característica especial de serem geralmente de médio e longo prazo. Assim, fixou-se um período de dez anos, relativamente ao qual foi necessário calcular todos os cash flows inerentes e, a partir dos resultados obtidos, efetuou-se uma análise da situação, no que à ALM diz respeito. Para completar, os resultados foram ainda submetidos a um conjunto de *stress tests* baseados em cenários reais, de modo a averiguar o impacto de eventos extremos na solvência da carteira. As conclusões foram as esperadas, atendendo ao facto de as carteiras terem já alguns anos.

Palavras-chave: Gestão de Ativos e Passivos; Seguros de Vida; Cash Flows; *Stress Tests*.

ABSTRACT

Asset and Liability Management (or ALM) is an integral tool of the risk management system of a company that is essential for a good business management. This is particular the case for the banking sector and for the Life Insurance and Pensions line of business.

ALM is designed as a process of managing assets, in order to accomplish a specific goal related with the obligations assumed by the company. Through the analysis and coordination between assets and liabilities, the company aims to avoid possible future risky situations that may jeopardize the desired objectives or even threaten its solvency.

The main goal of this project is to analyze a real portfolio of financial assets and a portfolio of life insurance policies supported by the former. The responsibilities have the special feature of being of a medium/long term, which makes necessary to calculate the related cash flows for a period of ten years. With the projected cash flows it is then possible to apply the ALM tools and finally develop an ALM strategy. To complete the analysis results will be subject to stress tests based on real scenarios to determine the impact of extreme events to the insurer company. Conclusions were as expected, since the portfolios have already a number of years.

Keywords: Asset and Liability Management; Life insurance; Cash Flow Techniques; Stress Tests.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à KPMG pela oportunidade de poder realizar este estágio, em particular ao Dr. Pedro Inês e à Ana Brito, pelo acompanhamento e horas dedicadas a este projeto.

Ao Professor Onofre Simões, um agradecimento muito especial por ter aceite orientar este trabalho, por toda a dedicação que deu ao projeto, por me acompanhar e incentivar ao longo deste percurso.

A toda a minha família, em especial aos meus pais, irmã e sobrinha, bem como ao meu namorado, os verdadeiros pilares da minha vida. Sem o seu apoio incondicional teria sido impossível. Obrigada por acreditarem sempre em mim.

Índice

RESUMO	I
ABSTRACT	II
Agradecimentos.....	III
Índice.....	IV
Lista de Tabelas.....	V
Lista de Figuras	VI
Lista de Abreviaturas	VII
1. Introdução	1
1.1 Revisão da Literatura	2
1.2 Estrutura do texto	4
2. Fundamentos Básicos do Negócio Segurador e da Gestão de Ativos e Passivos.....	5
2.1 Seguros.....	5
2.1.1 Seguros de Vida e Seguros não Vida	5
2.1.2 Elementos Básicos sobre Seguros de Vida.....	7
2.2 Gestão de Ativos e Passivos.....	10
2.2.1 Noções Básicas.....	10
2.2.2 ALM no Ramo Vida.....	10
2.2.3 Técnicas ALM.....	11
3. Estudo de Caso - Dados e Metodologia	14
3.1 O Problema.....	14
3.2 A Carteira de Contratos.....	14
3.3 A Carteira de Ativos.....	17
3.4 Metodologia	20
3.4.1 Cálculo dos Cash flows Associados aos Passivos (Responsabilidades).....	20
3.4.2 Cálculo dos Cash flows Associados aos Ativos	23
4. Resultados	26
4.1 Resultado da projeção de cash flows.....	26
4.2 Técnicas de ALM.....	27
4.3 Stress Tests.....	29
4.3.1 Definição	29
4.3.2 Aplicação Prática.....	29
5. Conclusão	34
Bibliografia	VIII
Anexo 1	XI
Anexo 2	XII
Anexo 3	XIII
Anexo 4	XIV
Anexo 5	XV

Lista de Tabelas

Tabela I – Bases técnicas associadas ao produto.....	15
Tabela II – Taxas swap a 31/12/2014.....	23
Tabela III – Índices Acionista MSCI.....	31
Tabela IV - Resultado final da projeção de cash flows	XII
Tabela V - Stress Test 1.....	XIII
Tabela VI - Stress Test 2	XIV
Tabela VII- Stress Test 3	XV
Tabela VIII -Stress Test 3 após estratégia de venda de ativos	XV

Lista de Figuras

Figura I - Género	16
Figura II - Prémios.....	16
Figura III – Valor total de cada título sobre o valor total da carteira	17
Figura IV – Rating das obrigações da carteira	18
Figura V - Percentagem de obrigações a 31/12/2014.....	30
Figura VI – Valor dos ativos na carteira.....	33

Lista de Abreviaturas

ALM – *Asset-Liability Management*

ASF – Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões

BCE – Banco Central Europeu

CMVM – Comissão do Mercado de Valores Mobiliários

DO – Depósito à Ordem

EIOPA – *European Insurance and Occupational Pensions Authority*

MSCI – *Morgan Stanley Capital International*

SOA – Society of Actuaries

1. Introdução

De modo a concluir o mestrado em Matemática Financeira, foi desenvolvido o presente trabalho final, realizado na modalidade Estágio com o apoio da empresa KPMG. O tema tratado, a Gestão de Ativos e Passivos aplicada a um produto de Seguro Vida, foi sugerido pela própria instituição de acolhimento e constituiu um grande desafio.

A motivação para tornar este tema o objeto central do trabalho surgiu do facto de que, sendo um assunto bastante relevante e presente no setor financeiro, permite conjugar a aplicação de um conjunto de conceitos e conhecimentos adquiridos na parte curricular do mestrado, sobretudo no que diz respeito à análise e tratamento dos ativos, com a análise e tratamento dos passivos, neste particular negócio. Aborda ainda a importante questão da gestão de ativos e passivos que, sendo tradicionalmente muito comum na banca e em fundos de pensões, só mais recentemente se começou a aplicar ao ramo Vida, ver (Smink e van der Meer, 1993, 1997), (SOA 2003), (Giandomenico, 2006) (Yan e Rodríguez-Pardo, 2015) ou (Gonzalez-Piedrahita e Rincon-Montoya, 2016). Acrescente-se que o tratamento dos passivos no ramo Vida e a Gestão de Ativos e Passivos são tópicos complexos, que estão fora do âmbito do mestrado em Matemática Financeira, e daí o estágio ter resultado tão desafiante.

A Gestão de Ativos e Passivos ou ALM (em inglês, *Asset and Liability Management*) é uma ferramenta essencial para a boa gestão de uma empresa, permitindo adotar estratégias que potenciem o binómio risco/retorno. É um domínio especialmente importante no negócio segurador, em particular no ramo Vida, uma vez que estas empresas assumem responsabilidades com características de médio/longo/muito longo prazo, tornando-se para isso necessário obter adequados níveis de retorno ao longo do tempo e proceder a uma correta gestão de ativos e passivos, quer individualmente (por produtos e ramos) quer de forma conjunta.

Assim, e depois de disponibilizada uma carteira real de apólices e a respetiva carteira de ativos financeiros subjacentes, procedeu-se ao cálculo de todos os cash flows provenientes de uma e da outra, para cada um dos anos do horizonte temporal em estudo. Este foi fixado em dez anos, período considerado suficiente para o fim em causa. Naturalmente, tratando-se de valores futuros, portanto, incertos, foi necessário introduzir uma abordagem estocástica, recorrendo aos modelos e hipóteses adequados, de forma a representar a realidade o mais rigorosamente possível.

Realizados os cálculos em questão, pôde então proceder-se à aplicação de um conjunto de técnicas de ALM realmente utilizadas na prática seguradora, a saber, o *matching* de responsabilidades e ativos, o cálculo das durações e o cálculo das convexidades. Os resultados foram depois objeto de análise e comentados. A finalizar, toda a situação foi submetida a um conjunto de *stress tests*, através dos quais se procurou compreender a capacidade de resposta da Seguradora a cenários adversos.

1.1 Revisão da Literatura

A literatura existente sobre a aplicação específica da ALM a seguros de vida, não sendo extraordinariamente vasta, não deixa contudo de ser significativa. Nesta secção, são brevemente apresentados os trabalhos que mais suportaram teoricamente o estágio, para além de (SOA, 2003) e (Garcia e Simões, 2010), que são contributos gerais sobre o assunto.

Em primeiro lugar, há os trabalhos de (Smink and van der Meer, 1993 e 1997), onde se trata a ALM como parte da gestão financeira de riscos nas companhias de seguro e se analisam os diferentes resultados da implementação da ALM num conjunto de companhias de seguro internacionais selecionadas para o estudo, cada uma delas com objetivos diferentes e atitudes face ao risco também distintas.

Ainda em 1993, em (Honegger e Mathis, 1993), faz-se uma análise da duração como medida de risco mas desta vez aplicada a passivos de seguros de vida, partindo do conceito da tradicional duração de Macaulay aplicada a obrigações.

(Giandomenico, 2006) desenvolve um modelo que permite efetuar uma avaliação justa do valor de passivos de seguros de vida com diferentes maturidades e tendo em consideração três diferentes tipos de risco – risco de incumprimento, risco de taxa de juro e possibilidade de resgate.

Mais recentemente, (Yan e Rodríguez-Pardo, 2015) aplicam o modelo VaR (*Value at Risk*), que apresentam em termos teóricos e práticos, como método alternativo às técnicas tradicionais de ALM (o *matching* de cash flows e o *matching* das durações). O objetivo é habilitar a seguradora a enfrentar o risco de insolvência quando investe o seu capital no mercado financeiro, tendo em conta a mais recente situação dos mercados.

(Piedrahita e Montoya, 2016) implementam o modelo ALM num produto de seguro de vida procurando modelizar as suas principais características de forma bastante completa. Propõem diferentes abordagens para gerir os riscos inerentes à sua comercialização e reforçam a ideia de que a implementação do modelo ALM é fundamental para gerir os riscos associados a variações nas taxas de juro, prevenindo assim as eventuais mudanças no valor da carteira. O objetivo central do trabalho é encontrar um portfólio ótimo, onde ativos e passivos se ajustem aplicando a teoria de Markowitz (Markowitz, 1952) e obtendo a fronteira eficiente de Markowitz, que dá a cada instante o portfólio que se ajusta ao risco a enfrentar nesse mesmo instante.

De particular utilidade, foram os trabalhos de (Li, 2010) e (Conroy, 1998). O primeiro é uma dissertação de mestrado com tema semelhante ao do estágio, ainda que com tratamento diferente. (Conroy, 1998) faz uma descrição pormenorizada das técnicas para medição da sensibilidade do preço dos ativos, face a variações das taxas de juro de mercado (duração de Macaulay, duração modificada e convexidade), tanto a nível de

conceitos como de exemplos práticos que ajudam à melhor compreensão dos conceitos. Destaca-se ainda o trabalho de (Rebelo, 2009) que embora seja uma dissertação de mestrado apresenta de forma muito completa os conceitos de duração e convexidade e o de (Iyengar e Ka Chun Ma, 2009), que apresenta a estratégia de *cash flow matching*.

1.2 Estrutura do texto

O texto tem a seguinte estrutura: no Capítulo 2 são introduzidos alguns conceitos básicos, relativos ao Ramo Vida do setor segurador e à Gestão de Ativos e Passivos, uma vez que são assuntos não abordados no mestrado e relevantes para o trabalho; o Capítulo 3 é dedicado à apresentação dos dados e da metodologia que se irá utilizar; o Capítulo 4 dá os resultados; o Capítulo 5 finaliza, com algumas conclusões e outros comentários.

2. Fundamentos Básicos do Negócio Segurador e da Gestão de Ativos e Passivos

2.1 Seguros

Um dos objetivos do texto é introduzir brevemente os fundamentos básicos do negócio segurador, uma vez que se trata de uma área não abordada no mestrado em Matemática Financeira e que se revelou essencial para o desenvolvimento deste projeto.

2.1.1 Seguros de Vida e Seguros não Vida

É do entendimento geral que a missão ‘social’ das companhias de seguros passa em grande parte pela mitigação das consequências financeiras associadas à ocorrência de certos acontecimentos pautados pela incerteza, pois as existências das pessoas, e também as das organizações, caracterizam-se por uma forte incerteza, pelo menos, na maior parte dos aspetos relevantes para a sua sobrevivência.

Esta missão é cumprida porque, mediante o recebimento de montantes determinísticos, as seguradoras assumem o risco de futuras perdas que os segurados poderão vir a ter, quando os acontecimentos cobertos se realizam. De certo modo, pode dizer-se que os segurados trocam o incerto pelo certo, enquanto as seguradoras trocam o certo pelo incerto.

Desde o início da história dos seguros até aos dias de hoje foi aumentando o leque de riscos seguráveis, ver por exemplo (Borscheid e Viggo Haueter, 2012). Os diferentes tipos de seguro estão agrupados em dois ramos distintos: seguros do ramo não vida e seguros do ramo vida. Os seguros do ramo não vida incidem sobre uma grande variedade de riscos e abrangem eventos de natureza pessoal e patrimonial. Por sua vez, os seguros do ramo vida englobam os seguros de vida, os seguros financeiros e os seguros de nupcialidade e natalidade.

Um seguro de vida é definido (ASF, 2016) como sendo “um seguro que garante, como cobertura principal, o risco de morte ou de sobrevivência (ou ambos) de uma ou várias pessoas seguras”. Mais simplificada, este género de seguros constitui um modo de os indivíduos que os adquirem prevenirem economicamente os seus beneficiários das consequências que a sua morte e/ou sobrevivência trarão, uma vez que a seguradora se compromete a pagar aos beneficiários do segurado o valor ou capital seguro contratualmente acordado. Este pagamento pode ser feito de uma só vez ou durante um certo período previamente determinado na apólice. Note-se ainda que este tipo de seguro permite que sejam adicionadas coberturas complementares como o risco de invalidez, de acidente e até de desemprego.

Os seguros de vida dividem-se em três modalidades: seguros em caso de vida, seguros em caso de morte e seguros mistos. Está-se perante um seguro em caso de morte quando se pretende segurar a ocorrência da morte da pessoa segura, antes do término do contrato, tendo a seguradora que pagar ao beneficiário indicado o capital acordado. Por outro lado, se o seguro funcionar como cobertura para o caso de sobrevivência da pessoa segura, o segurador irá pagar à pessoa segura o valor estipulado na apólice se a mesma se encontrar viva no final do contrato e está-se perante um seguro em caso de vida. Existe ainda a possibilidade de a apólice contemplar o pagamento de benefícios para o caso de morte ou de sobrevivência da pessoa segura, caso em que se tem um seguro misto.

É importante referir que nos seguros tradicionais e em que não há participação dos resultados o valor a ser pago por parte da seguradora é constante, estabelecido logo no início do contrato. Nas últimas décadas, e para tornar os seguros de vida mais atrativos, começou a juntar-se-lhes uma componente de poupança e a atribuir aos benefícios uma parcela variável (às vezes, há um mínimo garantido), a título de participação nos resultados da companhia. Nestes casos, e porque os resultados são evidentemente incertos, a soma segura no início de cada ano de validade da apólice é, também

evidentemente, uma variável aleatória – o que dificulta muitíssimo os cálculos para o apreamento dos produtos.

Os **seguros financeiros** são um tipo de seguros de vida não tradicionais, que podem funcionar como forma de constituir uma poupança, possibilitando muitas vezes aos segurados o investimento (ainda que de forma indireta) em produtos e com níveis de rendimentos a que de outro modo não teriam acesso. No entanto, são produtos que comportam certos riscos e poderão estar sujeitos a perdas. Dividem-se essencialmente em duas modalidades: seguros ligados a fundos de investimento (*unit linked*), em que o risco de investimento é assumido pelo segurado, e seguros de capitalização, no qual poderá ou não haver lugar a taxas garantidas e a mecanismos de participação nos resultados.

Já em relação ao **seguros de nupcialidade e natalidade**, definem-se de forma muito sucinta como sendo “seguros que têm por objeto o pagamento de um capital e/ou renda em caso de casamento e de nascimento de filhos” (ASF, 2016).

Para a realização deste trabalho foi disponibilizada a carteira de um seguro de vida misto denominado por seguro de capital diferido a prémios únicos sucessivos com contrasseguro de prémios pagos (ver resumo da ficha técnica no Anexo 1).

Este tipo de seguro implica que a seguradora garanta o pagamento do capital seguro à data do vencimento do contrato em caso de a pessoa segura se encontrar viva nesta data; por outro lado, se a pessoa segura falecer antes da data de fim da apólice, a seguradora garante o pagamento do capital constituído até à data (ou seja, dos prémios entregues até à data).

2.1.2 Elementos Básicos sobre Seguros de Vida

Seguem-se alguns elementos, breves e muito básicos, de matemática atuarial. Para um maior desenvolvimento, ver por exemplo (Bowers *et al.* 1997) ou (Garcia e Simões 2010).

Referiu-se que um contrato de seguro é um acordo entre duas entidades, uma seguradora e um tomador do seguro (que normalmente também é o segurado, ou pessoa segura). Neste contrato, a seguradora compromete-se a assumir a cobertura de certos riscos, o que pode envolver o pagamento de indemnizações ou de um capital seguro, no caso da ocorrência de sinistro. A pessoa segura compromete-se a pagar os prémios estabelecidos. Capital seguro é o valor máximo que o segurador paga em caso de sinistro, e define-se sinistro como o evento/série de eventos que resultam de uma mesma causa e que acionam a cobertura do risco indicado no contrato.

O contrato de seguro é formalizado através de uma apólice, que é o documento que contém as condições acordadas entre as partes e onde estão incluídas as condições gerais, particulares e especiais, entre as quais, o valor do capital seguro.

Relativamente aos prémios, há diferentes formulações, que convém referir, para afastar equívocos. O prémio puro (ou de risco) pode ser definido como o valor atual esperado (ou valor atuarial) do conjunto de indemnizações que a seguradora se compromete a pagar. Quando o prémio puro inclui cargas relacionadas com a aquisição e administração do contrato e com a manutenção do negócio, tem-se o prémio comercial. Se a este prémio forem ainda adicionadas cargas relativas à emissão do contrato, obtém-se o prémio bruto. Por fim, o prémio bruto dá origem ao prémio total, que se obtém adicionando ao prémio bruto o valor associado às cargas fiscais.

Nas apólices de seguros de vida, que são aquelas que aqui importa considerar, o prémio pode ser integralmente pago no início do contrato, tendo-se assim um prémio único, ou pode ser pago anualmente. Os prémios anuais podem ainda ser pagos por inteiro, no início de cada ano de validade da apólice, ou de forma fracionada ao longo do ano (semestralmente, trimestralmente ou até mensalmente).

Quando os prémios são pagos anualmente ao longo do período do contrato, é evidente que o pagamento está associado à função de sobrevivência da pessoa segura. Se se admitir

que são constantes e de valor P , pagos no início de cada ano e no máximo durante n anos, cessando o pagamento no caso da morte do segurado, que tem atualmente a idade atuarial x , o valor atuarial desses pagamentos é

$$VP = P\ddot{a}_{x:\overline{n}|}, \quad (1)$$

onde $\ddot{a}_{x:\overline{n}|}$ é o valor atuarial de uma renda temporária (n anos) de termos unitários antecipados (pagos no início de cada ano) sobre uma vida que tem atualmente a idade x .

Claro que

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = 1 + v p_x + v^2 {}_2p_x + v^3 {}_3p_x + \cdots + v^{n-1} {}_{n-1}p_x = \sum_{k=0}^{n-1} v^k {}_kp_x, \quad (2)$$

sendo $v = \frac{1}{1+i}$ o fator de desconto financeiro, pois i é a taxa de juro anual efetiva, e sendo ${}_kp_x$ a probabilidade de uma vida com a idade x sobreviver até à idade $x + k$.

Tendo em conta a característica especial do negócio segurador de haver uma certa inversão do ciclo produtivo, pode existir uma grande diferença temporal entre o recebimento dos prémios, sobretudo tratando-se de prémio único, e o pagamento dos benefícios e demais despesas suscitadas pelas apólices emitidas, sendo assim essencial constituir reservas que garantam a permanência dos valores estimados na companhia para o pagamento das responsabilidades assumidas.

Como se pode ler em (Garcia e Simões 2010, p. 129), reserva matemática num dado momento é “a diferença entre o valor atuarial das responsabilidades futuras da seguradora e o valor atuarial das responsabilidades futuras do segurado, a partir desse momento”. Analiticamente, esta definição traduz-se na seguinte expressão:

$$Rm_t = Rc_t - Rs_t \quad (3)$$

onde Rm_t é a reserva matemática no instante t , Rc_t é o valor atuarial no instante t das responsabilidades futuras da seguradora e Rs_t é o valor atuarial no momento t dos prémios futuros a pagar pelo segurado.

2.2 Gestão de Ativos e Passivos

2.2.1 Noções Básicas

A Gestão de Ativos e Passivos (ou ALM) é uma prática de gestão de um negócio que possibilita que as decisões e ações tomadas em relação a ativos e passivos sejam coordenadas e otimizadas.

Formalmente, e como se lê em (SOA 2003, p. 2) *‘ALM is the practice of managing a business so that decisions and actions taken with respect to assets and liabilities are coordinated. ALM can be defined as the ongoing process of formulating, implementing, monitoring and revising strategies related to assets and liabilities to achieve an organization's financial objectives, given the organization's risk tolerances and other constraints. ALM is relevant to, and critical for, the sound management of the finances of any organization that invests to meet its future cash flow needs and capital requirements.’*

Nos dias de hoje, as técnicas de ALM são utilizadas para compreender e mitigar um vasto leque de riscos e são largamente utilizadas no setor segurador, em especial no ramo Vida e Pensões, embora outros setores, como o bancário, também façam uso delas.

2.2.2 ALM no Ramo Vida

O tema da Gestão de Ativos e Passivos toma especial importância quando se fala de seguros de vida, uma vez que os produtos associados a este tipo de seguros têm um conjunto de características particulares, como por exemplo, o facto de se poderem equiparar a uma promessa, que neste caso é feita pela companhia ao cliente. Esta promessa traduz-se no compromisso que a seguradora assume de poder pagar um dado valor numa determinada data futura. Para cumprir esta promessa, a seguradora tem de adquirir e gerir ativos de forma adequada, permitindo o retorno desejado e o cumprimento das promessas feitas.

Outra característica chave dos seguros de vida, e pela qual também se torna de extrema importância esta ferramenta, é o facto de os seus passivos serem geralmente de longa

duração, o que implica que a seguradora pode criar estratégias de investimento de longo prazo, o que consequentemente faz com que a correspondente carteira de investimentos seja caracterizada por ativos com rendimento fixo de maior duração.

2.2.3 Técnicas ALM

São várias as técnicas utilizadas pelas companhias para gerir os diferentes riscos provenientes da gestão de ativos e passivos, com destaque para os riscos de liquidez e de taxa de juro. São exemplo as estratégias de imunização estabelecidas através do recurso a métodos como *cash flow matching*¹, *duration matching*, *convexity matching* e ainda através do *trading* de futuros, *forwards* e opções sobre obrigações. No entanto, apenas serão brevemente descritas as três primeiras, pois serão as estratégias que irão ser aplicadas no presente trabalho. Para um aprofundamento, ver (SOA, 2003), (Conroy, 1998) e (Broverman, 2015).

- ***Cash Flow Matching***

Cash flow matching é uma estratégia estabelecida com o propósito de permitir o alinhamento dos cash flows de ativos e passivos. (Kocherlakota, Rosenbloom e Shiu, 1988) foram dos primeiros autores a estudar o assunto.

Muitas vezes, sucede que os ativos precisam de ser convertidos em ativos de maior liquidez, por serem necessários para cobrir os cash flows dos passivos. Este é um dos problemas que a gestão ALM enfrenta e que pode ser resolvido com o auxílio desta estratégia. No entanto, há obstáculos que esta técnica não consegue ultrapassar, nomeadamente o facto de poder não haver ativos cujas maturidades correspondam às maturidades dos passivos que estão destinados a cobrir, e ainda a questão de tanto os cash flows de ativos como de passivos não serem certos. Daqui resulta que muito frequentemente não é possível ter conhecimento total e exato do valor que os cash flows irão tomar, principalmente quando estes estão relacionados a fatores estocásticos como

¹Em português esta expressão pode ser traduzida como “emparelhamento” entre fluxos de caixa.

por exemplo, taxas de juro. Apesar de todas estas dificuldades, esta estratégia tem como principal objetivo minimizar as diferenças entre cash flows de ativos e passivos, mesmo naquelas situações reais em que o ‘matching’ perfeito não se consegue encontrar.

- ***Duration Matching***

O conceito de duração está associado à sensibilidade do preço de ativos perante variações das taxas de juro, especialmente no que diz respeito a obrigações. Mais especificamente, o conceito da duração de Macaulay (em inglês, *Macaulay duration*, D , cf (Macaulay, 1938)) permite calcular o número médio de anos necessários para ‘recuperar o verdadeiro valor do ativo’ (média ponderada) e é dado pela fórmula

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n t_i c_i e^{-y t_i}}{P} \quad (4)$$

onde $P = \sum_{i=1}^n c_i e^{-y t_i}$ representa o preço, sendo c_i o cupão no instante t_i e y o valor da *yield*. Em (SOA, 2003), p.18, vem ‘*According to Frank Fabozzi, in Fixed Income Mathematics, (pages 157-158), Macaulay duration measures the "weighted average time-to-maturity of the bond's cash flows." The weightings are the present values of each cash flow. These "time weighted, discounted cash flows" tell you, on average, how long it takes to get your money back.*

Esta definição dá origem a uma outra: a de duração modificada de Macaulay (DM), que mede a sensibilidade à taxa de juro do valor dos cash flows de ativos e passivos. Vem

$DM = -\frac{\frac{dP}{dt}}{P}$ e pode ainda ser representada pela expressão

$$DM = \frac{D}{1+y}, \quad (5)$$

onde os símbolos têm os resultados anteriores.

Com a abordagem da duração de Macaulay tem-se como objetivo já não emparelhar os cash flows *in* com os cash flows *out*, mas apenas tentar fazer com que a duração dos ativos

coincida (ou se aproxime, o mais possível) da duração dos passivos, de modo a tornar a resposta dos ativos às variações das taxas de juro semelhante à resposta dos passivos.

Embora a duração seja importante, apresenta algumas limitações, nomeadamente o facto de ser apenas uma aproximação de primeira ordem, que se aplica aos casos em que há um choque paralelo na curva das taxas de juro, não sendo portanto útil para captar a sensibilidade do preço do ativo quando as alterações não são paralelas. Também não atende à menor ou maior convexidade da curva que representa o preço do ativo em função das *yields*.

- ***Convexity Matching***

Assim como a duração, também a convexidade é uma medida importante do risco de taxa de juro, tanto para ativos de rendimento fixo como para passivos. Com o cálculo da convexidade, procura superar-se as limitações apontadas à duração, pois já consegue atender à menor ou maior curvatura das funções preço, perante variações da taxa de juro. Matematicamente, isto traduz-se igualando a convexidade (C) ao quociente entre a segunda derivada do preço em relação à taxa de juro e o próprio preço, ou seja

$$C = \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \frac{1}{P} \quad (6)$$

o que equivale a

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^2 c_i e^{-y t_i}}{P}. \quad (7)$$

Como instrumento para uma estratégia de ALM, pode concluir-se que é desejável que o valor da convexidade dos ativos seja superior ao valor da convexidade dos passivos, pois deste modo a carteira de ativos tenderá a ganhar mais valor (ou a perder menos) do que o passivo, face a variações das taxas de juro.

3. Estudo de Caso - Dados e Metodologia

3.1 O Problema

O primeiro grande objetivo do trabalho desenvolvido consistiu em modelizar os cash flows de ativos e passivos das duas carteiras disponibilizadas, o que constitui uma tarefa muito exigente. Numa fase seguinte, conhecidos os cash flows *in* e *out* esperados, procurou aplicar-se-lhes as ferramentas de ALM, de modo a traçar uma estratégia de gestão de ativos e passivos que fosse, o mais possível, adequada ao caso em presença. Foi este o segundo grande objetivo do estágio. Numa terceira fase, foram construídos diversos cenários de *stress tests*, precisamente para testar a capacidade de resposta da carteira aos eventos estabelecidos, o que correspondeu ao terceiro grande objetivo.

Neste capítulo será feita uma descrição pormenorizada dos dados existentes para a realização do projeto, bem como de todo o processo de cálculo realizado e cujos resultados serão analisados no capítulo seguinte.

3.2 A Carteira de Contratos

Como se referiu atrás, para o desenvolvimento prático do projeto foi disponibilizada uma carteira de apólices, de um particular seguro de vida, de uma determinada companhia de segura composta por 6.759 apólices com data de referência a 31 de dezembro de 2014.

Cada um dos contratos é caracterizado por nove campos:

- **codigo** – Código que caracteriza cada apólice.
- **data_inico_apólice** – Data em que se realizou o contrato.
- **data_fim_apólice** – Data em que o contrato atinge a sua maturidade. É nesta data que a seguradora paga o montante final de Capital Seguro à pessoa segura, no caso de esta sobreviver até esta data.
- **data_nasc_pessoa** – Data de nascimento da pessoa segura associada a cada apólice.
- **sexo** – Género da pessoa segura associada a cada apólice.

- **capital_garantido_no_termo** – Montante monetário que a seguradora se compromete a pagar no final do contrato.
- **saldo_data_referência** – Valor do Capital Seguro de cada apólice na data de referência (31/12/2014).
- **prémio_anual_apólice** – Montante que a pessoa segura tem de pagar à seguradora em prestações anuais.
- **fraccionamento_apólice** – Frequência com que os prémios são pagos. Ou seja, os prémios podem ser pagos de uma só vez (únicos) ou de forma anual, semestral, trimestral e ainda mensal.

O produto veio acompanhado de uma ficha técnica (Anexo 1) com as suas principais características onde estão incluídas várias fórmulas de cálculo, bem como um conjunto de bases técnicas que estão resumidas na tabela que se segue.

Tábuade Mortalidade	Taxa Técnica	Encargos	
GKM 80 (incluindo prémios e provisões matemáticas)	3% (incluindo prémios e provisões matemáticas)	Gestão Interna ($g1$)	2%
		Gestão Externa ($g2$)	0,50%
		X	1%

Tabela I – Bases técnicas associadas ao produto

Note-se que as percentagens dos encargos que dizem respeito à gestão interna e externa incidem sobre o valor do prémio comercial. Já a percentagem do encargo X , incide sobre as provisões matemáticas, de modo a fazer face aos encargos inerentes à gestão dos contratos desta modalidade.

Como sempre sucede, para calcular o valor total das responsabilidades associadas à carteira em questão, revelou-se indispensável assumir um conjunto de pressupostos que tornassem a informação consistente e tratável e permitissem também obter resultados fundamentados e conclusões consistentes.

Assim, as hipóteses de trabalho assumidas no que diz respeito às apólices são as seguintes:

- O horizonte temporal escolhido para análise foi de dez anos;

- Eliminaram-se as apólices duplicadas;
- Foram também eliminadas da carteira as apólices cuja pessoa segura tinha idade inferior a 15 anos e superior a 113 anos, por ser este o intervalo de idades contemplado na tábua de mortalidade indicada nas bases técnicas;
- Eliminaram-se ainda as apólices cuja data de fim de contrato já tinha sido ultrapassada na data de referência da carteira;
- Finalmente, eliminaram-se as apólices com capital garantido inferior a 1000€.
- A rubrica “saldo_data_referência” foi assumida como sendo o valor do capital em caso de sobrevivência à data de extração dos valores ($t=0$). Considerou-se ainda que o valor do capital para o caso de morte seria esse valor, atendendo à atual conjuntura dos mercados financeiros.

Terminado o processo de tratamento de dados, restaram 5.912 apólices. Da carteira de apólices final destacam-se ainda as seguintes características, resumidas nas Figuras I e II.

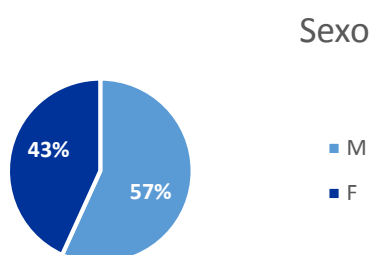


Figura I - Género

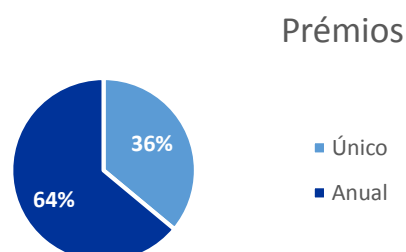


Figura II - Prémios

Pela Figura II, pode constatar-se que a maioria dos contratos da carteira estão associados a um prémio anual, o que implica que há uma entrada de prémios regular, em contraste com os contratos a prémio único (que representam uma muito menor parcela das apólices, cerca de um terço). Deve esclarecer-se que só se trabalhou com prémios anuais, mesmo quando havia fracionamento, pois foram estes os valores disponibilizados, e sendo a análise feita ano a ano.

A Figura I diz-nos como é a estrutura por género da carteira, levemente desequilibrada para o lado dos homens, que correspondem a 57% das pessoas seguras.

3.3 A Carteira de Ativos

No que diz respeito à carteira de ativos, é composta por 64 obrigações, 51 ações, 4 fundos de investimento e 1 depósito nacional, mais uma vez, com data de referência de 31 de dezembro de 2014. Em termos relativos, o valor total de obrigações, ações, fundos de investimento e depósitos nacionais sobre o valor total da carteira está apresentado na Figura III.

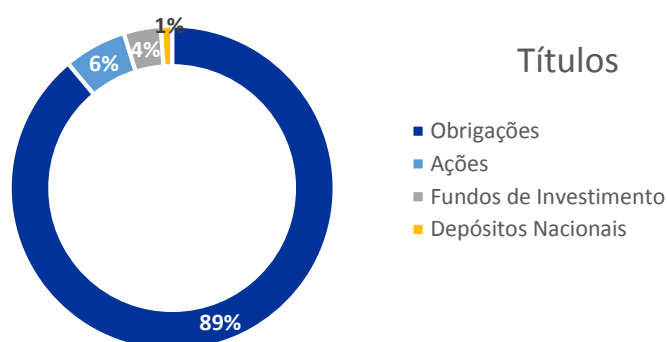


Figura III – Valor total de cada título sobre o valor total da carteira

Analisando a figura, percebe-se que, embora 51 dos 120 ativos sejam ações, estas apenas representam 6% do valor da carteira, ou seja, as ações têm um peso relativamente marginal relativamente ao total. Já em relação às obrigações, observa-se que constituem o grosso da carteira, correspondendo a 89% do seu valor. Uma vez que se trata de um produto de muito longa duração (o período máximo para o término da última apólice é de 61 anos), a estrutura da carteira de ativos já indicia que houve alguma preocupação com os princípios de *matching* de cash flows. Isto não é surpreendente, uma vez que a ASF dá orientações precisas sobre a questão, mais ainda depois da implementação de Solvência II, cf (ASF, 2016).

Numa ótica de cash flows, investir em obrigações é considerado mais adequado, relativamente às ações, uma vez que o cupão é normalmente conhecido e pago, exceto se houver incumprimento; na amostra em estudo, apenas três das 64 obrigações apresentam

taxas de cupão variável. Já as ações são ativos que apresentam maior risco, maior volatilidade e não têm nenhum limite temporal definido.

Ainda em relação às obrigações, verifica-se uma grande prudência na escolha dos emitentes. A maioria das obrigações têm *ratings* entre AAA e BBB, aos quais se associam os menores graus de risco de incumprimento (Figura IV).

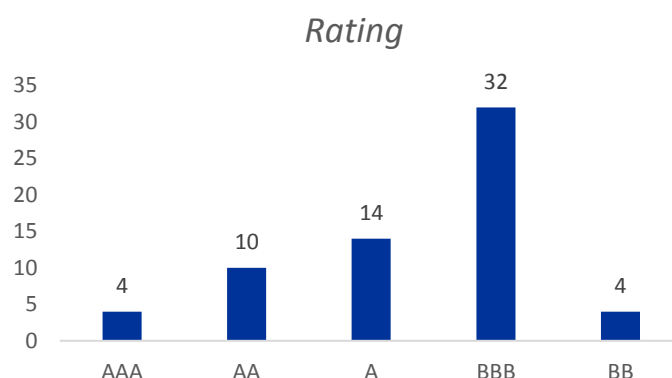


Figura IV – *Rating* das obrigações da carteira

Os fundos de investimento foram tratados do mesmo modo que as ações, sobretudo no que diz respeito à sua valorização, e também representam uma pequena percentagem (4%) do valor total da carteira.

Os dados relativos a esta carteira estão caracterizados em 14 campos:

- Código Base – Código ISIN (*Internacional Security Identification Number*, código internacional que identifica os valores mobiliários).
- Designação Código – ISIN.
- CIC – Código de Identificação Complementar.
- Designação do Activo – Nome do ativo.
- Designação Activo – Tipo do ativo.
- Moeda Investimento – Moeda em que se transaciona o ativo.
- Valor Contabilístico Total – Valor do ativo.
- Juros Decorridos – Juros decorridos até à data de extração dos dados (obrigações).

- Taxa cupão – Taxa de cupão a aplicar às obrigações.
- Frequência cupão – Frequência de pagamento do cupão relativo às obrigações.
- Rating (AAA, AA ...) – Classe de *Rating* de cada obrigação.
- Data maturidade – Data de fim dos contratos (obrigações).
- REF_INDEX – Euribor do contrato associado às obrigações com taxa de cupão variável.
- SPREAD_INDEX – Taxa de *Spread* associado às obrigações de taxa variável.

Em comparação com o tratamento aplicado às apólices, do lado dos ativos, o processo foi menos exigente, uma vez que apenas foi necessário complementar a informação fornecida e assumir algumas hipóteses de trabalho. Uma vez que a informação era consistente, não foi necessário eliminar nenhum dos ativos, mantendo-se a amostra para análise igual. As hipóteses de trabalho foram as seguintes:

- Foi assumido um horizonte temporal de dez anos, de modo a coincidir com o tempo de análise dos passivos.
- A rubrica “Valor Contabilístico” foi assumida como sendo o Valor Nominal das obrigações e o preço, para o caso de ações e fundos de investimento.
- No caso das obrigações com taxa de cupão variável, considerou-se que o valor de taxa de cupão apresentado já inclui a taxa Euribor correspondente.
- Assumiu-se que a taxa que remunera os depósitos à ordem nacionais (DO) é 0%, uma vez que as taxas atuais são residuais para este tipo de produto.
- Em cada ano, o valor de reembolso das obrigações que atingem a maturidade, não sendo necessário para cobrir despesas desse ano, é aplicado em DO. Na prática, este valor é normalmente reinvestido, por exemplo, no mesmo tipo de ativos, de modo a conservar a estrutura da carteira. No entanto, para este caso, as taxas a considerar teriam de ser consideravelmente mais baixas, uma vez que as taxas existentes aquando da formação da carteira eram relativamente elevadas, comparando com as que se conseguem obter atualmente. Por esta razão, adotou-se a hipótese conservadora de os aplicar em DO.

Naturalmente, o reinvestimento de ativos é um tema de grande importância na projeção dos cash flows e um objeto de especial atenção na realização deste tipo de trabalhos.

- Relativamente às ações, assumiu-se que as mesmas distribuem dividendos de 1% do seu valor a cada ano.

Do terminal da Reuters recolheram-se alguns dos valores que não tinham sido disponibilizados e que eram necessários ao cálculo de alguns cash flows dos ativos, nomeadamente:

- A taxa de rentabilidade associada a cada ação;
- O índice de performance dos fundos de investimento.

Importa por fim salientar que, apesar da eliminação de algumas apólices no tratamento da carteira de contratos, a maior parte das quais por manifesto erro da base de dados, se verificou que tal exclusão não foi significativa, sendo assim considerado como adequada a inclusão do cash flows de todos os ativos.

3.4 Metodologia

Relativamente à metodologia, a abordagem adotada foi a do *Market Value* (SOA, 2003), em que no cálculo dos passivos se atende ao valor económico das responsabilidades, ou seja, calcula-se o valor atual dos cash flows futuros, usando os pressupostos que fornecem a chamada *best estimate* e efetuando a atualização com a curva *swap* de mercado. Para a valorização dos ativos, recorre-se aos preços de mercado, incluindo assim as mais e menos valias potenciais. Ver ainda sobre este tema (Michel, 2000).

3.4.1 Cálculo dos Cash flows Associados aos Passivos (Responsabilidades)

Estabelecida a população para análise, foram projetados os cash flows do passivo, ao longo dos dez anos de estudo. As projeções tiveram por base três dimensões distintas: sinistros por vencimento de contrato, sinistros por morte e despesas.

Ao nível dos sinistros (por vencimento e por morte) os cash flows foram determinados tendo por base o cálculo das provisões anuais.

As Provisões Anuais foram calculadas através da fórmula constante na ficha técnica, nomeadamente:

$${}_tV_x^{31.12} = {}_{t-1}V_x^{31.12}(1+i) + \sum_j P''_{j,t} (1 - (g1 + g2))(1+i)^{\frac{\alpha_{j,t}}{365}}. \quad (8)$$

Esta é uma relação recursiva, onde ${}_tV_x^{31.12}$ representa o valor da Provisão Anual no fim do ano que está a ser considerado, ${}_{t-1}V_x^{31.12}$ representa o valor da Provisão Anual no fim do ano anterior ao que está a ser considerado, i é a taxa técnica, $P''_{j,t}$ é o prémio j pago no ano em consideração, $g1, g2$ são as taxas que dizem respeito aos encargos, $\alpha_{j,t}$ é o número de dias decorridos desde a data de pagamento do prémio j até 31.12. e x é a idade da pessoa segura no momento 0 (neste caso a 31.12.2014).

Como foi referido anteriormente, assumiu-se, sem perda significativa de precisão, o pressuposto de que os prémios considerados seriam anuais, o que implica que o valor de $\alpha_{j,t}$ seja 365 dias, reduzindo-se assim a fração a 1 e eliminando o somatório da equação.

Para as apólices a prémio único, a equação fica ainda mais simplificada, por já não existirem pagamentos de prémios, vindo

$${}_tV_x^{31.12} = {}_{t-1}V_x^{31.12}(1+i). \quad (9)$$

Para se obter o valor esperado dos cash flows por vencimento do contrato, o valor do capital seguro para o ano de término do contrato foi multiplicado pela probabilidade de a pessoa ter sobrevivido até esse ano. Utilizam-se probabilidades de sobrevivência do tipo

$${}_tp_x = \frac{l_{x+t}}{l_x}, \quad (10)$$

em que l_x indica o número de sobreviventes à idade x e l_{x+t} indica o número de sobreviventes à idade $x+t$, que são fornecidas pela tabela de mortalidade estabelecida nas bases técnicas.

Já para a determinação do valor esperado dos cash flows por morte, multiplica-se o capital seguro em cada ano de validade da apólice pela probabilidade de morte nesse ano, que é uma probabilidade diferida da forma

$${}_{u|t}q_x = \frac{l_{x+u} - l_{x+u+t}}{l_x}, \quad (11)$$

onde ${}_{u|t}q_x$ representa a probabilidade de uma pessoa de idade x sobreviver à idade $x + u$ e morrer antes de atingir a idade $x + u + t$; l_{x+u} indica o número de sobreviventes à idade x e l_{x+u+t} indica o número de sobreviventes à idade $x + u + t$.

Este conjunto de cálculos é repetido para todas as idades e para cada um dos dez anos, obtendo-se assim os valores anuais dos cash flows esperados relacionados com os vencimentos e com os pagamentos por morte de cada pessoa segura.

Por fim, foi realizado o cálculo para a rubrica das despesas. Também aqui se verificam diferenças de cálculo para os casos em que o prémio é anual ou único, pois há despesas diretamente ligadas à cobrança de prémios. A fórmula geral que define as despesas é dada por, atendendo a que os prémios e as despesas com estes relacionadas se referem ao início de cada ano,

$$D_t = (g1 + g2)P''_{t,x}(1 + i) + X {}_tV_x^{31.12} \quad (12)$$

$$\text{com } P''_{t,x} = P''_{t-1}p_x ,$$

onde D_t representa as despesas em no ano t , os parâmetros $g1$, $g2$ e X são as percentagens de encargos apresentadas na Tabela I e $P''_{t,x}$ é o valor do prémio anual associado a cada idade x . O valor de $P''_{t,x}$ é, como se mostra, resultante da multiplicação do valor do prémio anual disponibilizado nos dados, pelo valor da probabilidade de sobrevivência até à idade $x + t - 1$ da pessoa segura no ano em análise, representada por ${}_{t-1}p_x$. Aqui são incluídos os encargos associados a prémios e provisões.

Nos casos de prémio único, a parcela da equação associada aos prémios anuais é eliminada, reduzindo-se a equação apenas a uma parcela, que representa os encargos que a companhia tem que estão associados ao valor das provisões, vindo

$$D_t = X_t V_x^{31.12}. \quad (13)$$

Somando as três rubricas, obtém-se o valor de fluxo de caixa para cada ano, que por fim é descontado à taxa *swap* de mercado obtida através de um terminal da Bloomberg e apresentada na tabela seguinte. Optou-se por descontar os resultados com esta taxa pois considerou-se mais realista do que utilizar taxas *spot* sem risco, dada a conjuntura económica que se verifica atualmente.

Swaps	31/12/2014
1 Ano	0,162%
2 Anos	0,175%
3 Anos	0,221%
4 Anos	0,284%
5 Anos	0,360%
6 Anos	0,442%
7 Anos	0,528%
8 Anos	0,624%
9 Anos	0,721%
10 Anos	0,812%
15 Anos	1,148%
20 Anos	1,321%
30 Anos	1,461%

Tabela II – Taxas *swap* a 31/12/2014

3.4.2 Cálculo dos Cash flows Associados aos Ativos

Todas as rubricas incluídas do lado do ativo resultam da entrada de cash flows durante os dez anos de estudo: os cash flows de ações e obrigações e os valores esperados dos prémios anuais futuros das apólices.

Tanto no que se refere às ações como aos fundos de investimento, foi utilizado um método de cálculo simplificado, por impossibilidade de aceder a toda a informação que as fórmulas usuais nestes dois ativos exigem. A título de exemplo, para o caso das ações, não foi possível ter acesso ao valor de dividendos nem, obviamente, a estimativas credíveis para a sua taxa de crescimento no horizonte em causa.

Assim, assumiu-se que os cash flows destes dois ativos cresceriam de acordo com o modelo de Gordon (Gordon, 1959), isto é, que

$$CF_{t+1} = CF_t(1 + i), \quad (14)$$

onde a variável i representa a taxa de rentabilidade das ações, ou o índice de performance de cada fundo, para o caso dos fundos de investimento.

No que diz respeito às obrigações, e com base nos dados disponibilizados, calculou-se para cada ano o valor que estes ativos rendem, ou seja, os cupões. Os cupões foram determinados multiplicando para cada título o respetivo Valor Nominal pela Taxa de Cupão,

$$Cup\tilde{a}o = VN \times Tx_{Cup\tilde{a}o}. \quad (15)$$

No ano em que a obrigação atinge a maturidade, os ganhos obtidos com este ativo passam a ser o cupão desse ano juntamente com o valor de Reembolso, que se assumiu ser o “Valor Contabilístico Total” fornecido nos dados.

Quanto ao ativo identificado como depósito nacional, foi assumido que a sua taxa de crescimento seria de 0%, devido às condições atuais dos mercados financeiros, logo o seu valor manter-se-á constante durante todos os anos de análise.

Por fim, foram calculadas as entradas esperadas relativas aos prémios, multiplicando, para cada ano e cada apólice, o valor do prémio anual disponibilizado nos dados pela probabilidade de sobrevivência da pessoa segura até esse ano (que é a probabilidade do prémio em causa ser pago), ou seja, como se vê em (12),

$$P''_{t,x} = P''_{t-1}p_x,$$

onde $P''_{t,x}$ é o valor do prémio anual associado a cada idade. Mais uma vez, para as apólices a prémio único, este valor será zero para todos os anos depois do primeiro ano do contrato, uma vez que o prémio foi integralmente pago no início do contrato.

Depois de somadas todas as rubricas correspondentes a rendimentos, os respectivos valores atuais foram obtidos, utilizando naturalmente a mesma estrutura temporal das taxas de juro que foi aplicada na atualizaçao dos cash flows das responsabilidades.

4. Resultados

4.1 Resultado da projeção de cash flows

Uma vez efetuados os cálculos descritos, analisaram-se os resultados obtidos (Tabela IV – Anexo 2). Como seria de esperar, por se tratar de uma carteira já trabalhada pela companhia, verifica-se uma adequada cobertura dos cash flows passivos pelos cash flows dos ativos, certamente delineada aquando da conceção do produto. No período em causa, é observado um excedente anual, proveniente tanto dos rendimentos dos ativos como dos novos prémios.

Embora a possibilidade de resgate das apólices esteja prevista na ficha técnica, não foi fornecida nenhuma informação sobre a experiência passada, pelo que estes foram forçosamente ignorados. Acredita-se não advir desta assunção nenhum erro que desvirtue os resultados da análise, na medida em que os eventuais resgates, a ocorrerem, poderiam ser sempre liquidados pelos depósitos existentes, que têm remuneração nula. Mais ainda, também se entendeu que, se os resgates fossem relevantes para o estudo, a seguradora certamente teria dado indicação sobre isso quando as bases de dados foram entregues.

Verifica-se ainda que, à medida que se aproxima o fim do horizonte temporal estudado, o excedente tende a reduzir-se. Isto acontece porque, para além de muitas das obrigações vencerem durante o horizonte temporal de referência, sendo os respetivos valores de reembolso total ou parcialmente reinvestidos em DO, sem rendimento, também muitos dos contratos vão terminando, o que faz crescer as despesas com os benefícios e diminuir os prémios regulares.

Como se referiu, o tratamento dado ao excedente anual de cash flows foi assumir que esse valor seria canalizado para uma conta DO, onde ficaria como reserva, para fazer face a situações não esperadas (por exemplo, resgates e eventos adversos). Trata-se de uma simplificação, mas que assume alguma razoabilidade no presente, tendo em conta a

aversão à maior volatilidade dos mercados financeiros e o contexto de reduzidas taxas de juro que hoje se vive.

Mais concretamente, observa-se que 84% das obrigações atingem a sua maturidade durante o horizonte temporal em estudo e que o valor das ações detidas vai aumentando, devido à taxa de rentabilidade assumida, o mesmo se constatando em relação aos fundos de investimento. Também se verifica que o saldo da conta de depósito inicial se mantém inalterado e que a nova conta de DO, com os excedentes de cada ano, vai evoluindo de acordo com os montantes excedentários.

4.2 Técnicas de ALM

No que diz respeito à estratégia de *Cash Flow Matching*, e conforme referido anteriormente, verifica-se não haver problemas com o *matching* de ativos e passivos. Não se trata de um *matching* perfeito, mas este é sempre difícil de alcançar, a menos que a carteira de ativos seja frequentemente reestruturada, o que implica custos de transação por vezes elevados. Muitas vezes, não existem ativos com as maturidades convenientes para cobrir as responsabilidades.

Relativamente à estratégia conhecida como *Duration Matching*, foi calculado o valor da duração de Macaulay para a carteira de obrigações. Para isso, e uma vez que não foram fornecidos dados sobre taxas *yield*, utilizou-se a curva de taxas *spot* à data de referência da carteira extraída do *site* do BCE (BCE, 2016); as mesmas taxas foram utilizadas para o cálculo da duração do passivo e também para as convexidades. Assim, calculando para cada uma das obrigações o valor da sua duração através da fórmula (4), obteve-se a duração da carteira de obrigações, determinando a média ponderada das durações de cada uma das obrigações. O valor obtido para a duração foi de 12,7018 anos, o que significa que levará aproximadamente 12 anos e 8 meses, até a empresa conseguir recuperar o investimento feito em obrigações, com a estrutura temporal das taxas de juro utilizada.

Em relação às responsabilidades, a sua duração é calculada de forma semelhante à duração dos ativos. A diferença essencial é que os pagamentos são variáveis aleatórias, em contraste com os cash flows das obrigações, que são geralmente determinísticos. O valor obtido para a duração das responsabilidades foi de 8,4979 anos.

Assim, foi possível calcular o valor para o *duration gap*, através do qual se analisa a exposição da empresa ao risco de taxa de juro. O *duration gap* é calculada através da seguinte fórmula

$$DG = D_A - \left(\frac{L}{A} D_L\right), \quad (16)$$

onde D_A representa o valor da duração dos ativos, D_L a duração dos passivos e L e A , os valores dos passivos e ativos, respetivamente.

Para esta carteira em concreto o valor obtido é de 1,3315 anos. Sendo este valor positivo, isso em termos práticos significa que, se surgir uma subida/descida das taxas de juro, o valor do ativo da empresa irá diminuir/aumentar, ou seja, a carteira de ativos é mais sensível à variação das taxas de juro, comparativamente às responsabilidades. O desejável seria que o *duration gap* se aproximasse de zero, de modo que os efeitos das alterações nas taxas de juro fossem de algum modo suavizados. Para tal, seria necessário que a empresa reduzisse o valor da duração dos seus ativos.

Por fim, e no que toca à estratégia de *Convexity Matching*, foram calculadas as convexidades, tanto para ativos como para passivos. Utilizando-se a fórmula (7) com os mesmos pressupostos assumidos para a duração, obtiveram-se os valores de convexidade 159,58 e 132,32 para ativos e passivos, respetivamente. Assim, fica satisfeita a condição indicada na definição da estratégia que diz que é desejável que o valor da convexidade do ativo seja superior à do passivo.

4.3 Stress Tests

4.3.1 Definição

A aplicação de *stress tests* é um processo através do qual é possível avaliar o impacto da ocorrência de situações anormais ou extremas numa dada instituição, através da criação de cenários que simulem esses eventos, que podem surgir de forma inesperada. O objetivo é perceber se as instituições são capazes de sobreviver a tais eventos de *stress* e ainda identificar os pontos fracos, que poderão inclusivamente levar a carteira/empresa a uma situação de insolvência. Portanto, com os *stress tests* as instituições ficam habilitadas a criar estratégias e planos de recuperação que permitam responder ou mitigar essas situações.

4.3.2 Aplicação Prática

Para o presente projeto foram implementados três cenários de *stress*, baseados nos exercícios desenvolvidos pelo EIOPA - *The European Insurance and Occupational Pensions Authority* - em 2014 e 2016, ver (EIOPA, 2016). Em conformidade, testou-se a carteira dos ativos considerando um conjunto de alterações nos mercados financeiros, e, no terceiro cenário, testou-se simultaneamente a carteira de passivos, com base no comportamento dos resgates de apólices. Deve acrescentar-se que os resgates estão inteiramente fora do controlo da empresa e, por isso mesmo, podem pôr as seguradoras em situações complicadas. Na carteira em presença, e como já se disse, a questão dos resgates não parece ter levantado problemas no passado.

A EIOPA é uma Autoridade Europeia de Supervisão que atua no âmbito de diversas diretivas aplicáveis a empresas relacionadas com o setor segurador. Uma das suas funções é reforçar a estabilidade financeira europeia neste setor; para tal, realiza o acompanhamento e avaliação da evolução dos mercados e as suas consequências e desenvolve exercícios periódicos de *stress* para permitir avaliar a capacidade de resposta das instituições perante determinados cenários definidos.

Cenário 1

O primeiro cenário pretendeu simular um evento de *stress* que afete o mercado obrigacionista. Para tal, simulou-se a ocorrência do *default* nos países periféricos (Espanha, Grécia, Itália, Portugal), assumindo-se uma queda baseada num acontecimento histórico: 50% do valor de *haircut* real aplicado na dívida pública grega.

Assim, aplicou-se um *default* de 25% no primeiro ano da projeção. A soma das obrigações afetadas representa 48% do valor da carteira de obrigações (Figura V).

Este cenário tem impacto no valor das obrigações do tesouro dos países afetados, bem como nos rendimentos que delas provêm. Em termos de fluxo de tesouraria, o valor obtido

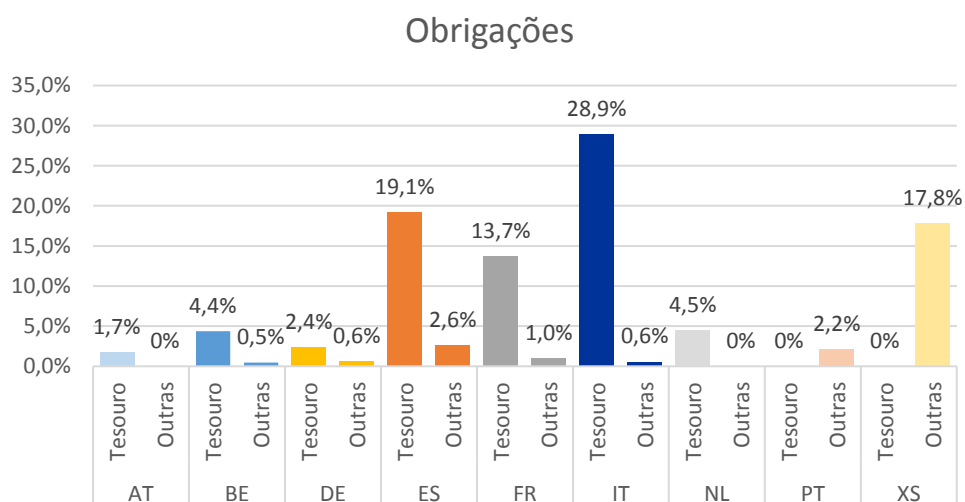


Figura V - Percentagem de obrigações a 31/12/2014

em rendimentos das obrigações (ou seja, os cupões) diminuiu em média 21% por cada ano da análise. Este cenário provoca um resultado negativo nos dois últimos anos da análise, mas que é facilmente compensado pelos excedentes dos anos anteriores, que permanecem na conta DO (Tabela V – Anexo 3). No entanto, a carteira ainda está longe da completa extinção, o que não pode ser esquecido.

Cenário 2

No segundo cenário simulou-se uma queda do mercado acionista europeu de 18%. O valor selecionado para representar esta desvalorização é baseado na maior queda do

índice acionista MSCI entre os anos 2011 e 2014, como se pode observar na Tabela III, retirada do relatório anual de 2014 da CMVM.

Índices Internacionais	2011	2012	2013	2014
Índice Mundial	-6,6%	11,4%	15,1%	16,3%
Índice Mundial (mercados desenvolvidos)	-4,7%	11,2%	18,8%	17,3%
América do Norte	1,5%	10,9%	22,1%	25,7%
América Latina	-19,3%	3,8%	-19,4%	-3,0%
Europa	-11,1%	13,1%	16,5%	4,2%
Zona Euro	-17,6%	15,1%	20,4%	2,3%
Ásia	-16,4%	16,3%	-4,5%	16,7%
Pacífico	-13,6%	9,0%	10,3%	8,0%
Extremo Oriente	-14,2%	7,1%	15,6%	8,8%

Fonte: Bloomberg.
 Nota: (i) As cotações que serviram de base ao cálculo das variações percentuais encontram-se expressas em euro;
 (ii) O índice Pacífico inclui o Japão.

Tabela III – Índices Acionista MSCI

O impacto que esta desvalorização terá no resultado final traduz-se numa diminuição de 3% ao ano na entrada de cash flows na rubrica dos dividendos, pois uma vez que o valor das ações irá diminuir, os dividendos provenientes dessas ações também serão menores, pelo modelo aplicado (Tabela VI – Anexo 4). No entanto, como o valor distribuído em dividendos é apenas 1%, o impacto não é muito significativo. Em termos de ativos, esta desvalorização significa uma diminuição por ano, em média, de apenas 0,20%.

Estes eventos poderiam ser analisados de forma combinada, pelo provável efeito de contágio que poderia ocorrer. No entanto, uma análise conjunta podia ter de envolver outro tipo de dimensões que não fazem parte do objetivo deste projeto. E, dada a fraca expressão das ações, é bem possível que as conclusões não se alterassem muito.

Cenário 3

O último cenário elaborado é uma combinação do Cenário 1 com um cenário de *stress* de descontinuidade aplicado à carteira de apólices. Este último foi baseado no *stress* construído pela EIOPA, de modo a afetar o mercado segurador, mais especificamente o ramo Vida. Assim, para além do *default* de 25% nos países periféricos, foi ainda assumido que no ano de 2015 ($t=1$) haveria uma taxa de descontinuidade de 35%, tendo sido

escolhidas ao acaso quais as apólices a terminar nesse ano, de modo a refazer os cálculos dos cash flows e determinar os novos *inflows/outflows*.

Recalculados os cash flows, observou-se uma redução do excedente no ano de 2015 em que a diferença entre entradas e saídas atinge valores negativos (Tabela VII – Anexo 5). Esta mudança de valor justifica-se pelo facto de que irá existir um grande valor a pagar em sinistros, ao mesmo tempo que se verifica uma diminuição do rendimento proveniente das obrigações. Para fazer face a esta insuficiência a empresa terá de prescindir de alguns dos seus ativos, o que faz com que se percam rendimentos nos anos seguintes, tanto a nível de cupões de obrigações como de dividendos de ações.

Se bem que a estratégia de venda de ativos passe por procurar vender o mínimo necessário, e escolhendo apenas ações, por serem consideradas como um ativo líquido, e obrigações do tesouro, por apresentarem menor risco de liquidez do que outro tipo de obrigações, há sempre o perigo da obtenção de menos valias.

Na Figura VI apresenta-se uma comparação do valor de cada conjunto de ativos entre o seu valor inicial, o seu valor após o *default* dos países periféricos e, por fim, o seu valor após a venda necessária para cobrir as responsabilidades, no terceiro cenário. Como se pode observar, a maior variação está associado ao valor das obrigações; as ações apenas variam no caso do cenário 3, por se ter procedido à sua venda, mas o valor de variação é residual; os fundos de investimento e os depósitos nacionais não apresentam quaisquer variações.

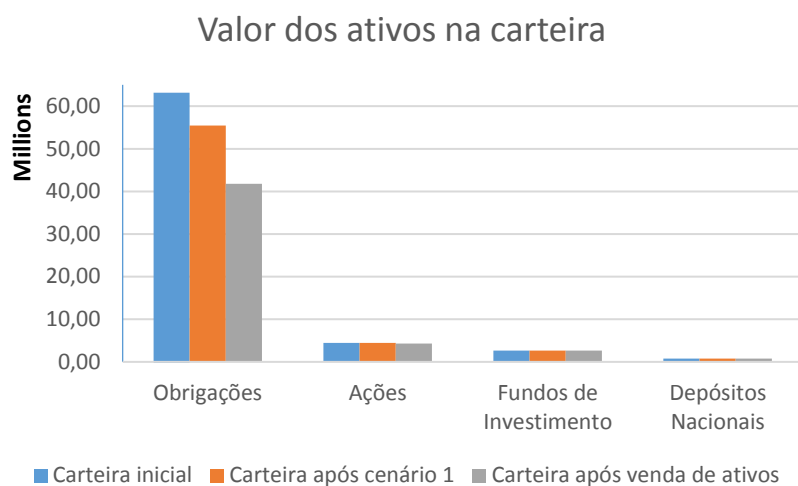


Figura VI – Valor dos ativos na carteira

Na sequência desta venda, os dois últimos anos ($t=9$ e $t=10$) também sofrem impactos negativos no cash flow final; no entanto, para estes dois últimos, não é necessário vender ativos pois o excedente acumulado dos anos anteriores e depositado na conta DO é suficiente para os cobrir. Os resultados finais após a venda dos ativos necessário são apresentados no Anexo 5, Tabela VIII.

5. Conclusão

O principal objetivo deste relatório de estágio foi estudar um conjunto real de dados relativos a uma carteira de apólices de um seguro de vida e respetiva carteira de ativos, de modo a perceber as suas características e posteriormente efetuar um conjunto de cálculos que permitissem identificar os cash flows de ativos e passivos para um determinado conjunto de anos que se definiu ser o horizonte temporal em estudo, de modo a efetuar uma análise de técnicas de ALM.

Inicialmente, foi necessário estudar os principais conceitos associados ao negócio dos seguros e, em particular, ao negócio vida. Em seguida, projetaram-se os cash flows das responsabilidades e dos ativos subjacentes; com os valores obtidos, procedeu-se a uma análise da ALM. Por último, os resultados foram submetidos a um conjunto de *stress tests*, de forma a identificar a sua resiliência e a definição de possíveis ações em caso de incumprimento.

A principal conclusão retirada deste estudo é a de que, a carteira analisada é “saudável”, uma vez que através das receitas obtidas em cada ano é possível cobrir as responsabilidades assumidas com os clientes e ainda assim obter algum excedente. Esse excedente irá permitir constituir uma reserva.

Relativamente aos cenários de *stress*, a carteira continua a mostrar-se resistente a eventos extremos. Embora na última situação simulada haja necessidade de recorrer à venda de ativos, é possível equilibrar o valor e manter a carteira quase sempre em níveis positivos. No entanto, é conveniente recordar que dez anos não correspondem à extinção da carteira das responsabilidades – nem à dos ativos.

Estes resultados não foram uma surpresa, pois a carteira disponibilizada já estava trabalhada no sentido de dar resposta às responsabilidades assumidas com o lançamento deste produto de seguro, e isso é visível no conjunto de cash flows obtidos na análise.

Também os resultados obtidos com o cálculo das durações e convexidades permitem suportar o facto de já existir a aplicação de um conjunto de técnicas de mitigação de risco.

Para um trabalho futuro, seria interessante construir uma carteira de ativos de raiz, para suportar uma determinada carteira de apólices. Mais ainda, uma análise dinâmica da carteira de ativos e o seu ajustamento periódico, no sentido de se chegar a um *matching* tão perfeito quanto possível ao longo do tempo, bem como a um maior equilíbrio das durações e das convexidades, seria igualmente importante. A questão dos resgates é certamente outro tópico que não pode ser ignorado.

Os desafios seriam com certeza diferentes, e mais no sentido de procurar realizar os melhores investimentos e saber geri-los, de modo a obter o máximo de retorno com o menor nível de risco possível. Tendo sempre como pano de fundo, evidentemente, a conveniente gestão de ativos e passivos.

Bibliografia

ASF - Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (2016),

<http://www.asf.com.pt/>.

BCE - Banco Central Europeu (2016), <https://www.ecb.europa.eu>.

Borscheid, P. e Viggo Haueter, N., ed (2012). *World Insurance: The Evolution of a Global Risk Network*, Oxford, Oxford University Press.

Bowers, N., Gerber, H., Hickman, J., Jones, D. e Nesbitt, C., 1997. *Actuarial Mathematics*, 2nd Edition. The Society of Actuaries, Illinois.

Broverman, S. A. (2015). *Mathematics of investment and credit*, 6th ed., Actex Publications, Winstead.

Conroy, R. M. (1998). 'Duration and Convexity', Note UVA-F-1238, Darden Graduate School of Business Administration, University of Virginia.

EIOPA - European Insurance and Occupational Pensions Authority (2016),

<https://eiopa.europa.eu>

Garcia, J. A. e Simões, O. A. (2010). *Matemática Actuarial - Vida e Pensões*, Edições Almedina.

Giandomenico, R. (2006). 'Asset Liability Management in Insurance Company', *SSRN Electronic Journal*.

Gordon, M. J. (1959). 'Dividends, Earnings and Stock Prices', *Review of Economics and Statistics* **41**(2): 99–105.

Honegger, R. e Mathis, C. (1993). 'Duration of Life Insurance Liabilities and Asset Liability Management', *Actuarial Approach for Financial Risks*, 615–629.

Iyengar, G. e Ka Chun Ma, A. (2009). 'Cash flow matching: a risk management approach', *North American Actuarial Journal*, **13**(3): 370–378.

Kocherlakota, R., Rosenbloom, E., e Shiu, E. (1988). 'Algorithms for cash-flow matching', *Transactions of Society of Actuaries*, **40**(1): 477–484.

Li, Y. (2010). *Asset Liability Management in a Life Insurance Company*, Dissertação, Master of Arts, The University of Texas at Austin.

Macaulay, F. (1938). 'Some Theoretical Problems Suggested by the Movements of Interest Rates. Bond Yields and Stock Prices in the United States since 1856', *The National Bureau of Economic Research*.

Markowitz, H. (1952). 'Portfolio selection', *The journal of Finance*, 7(1): 77–91.

Michel, M. (2000). 'Earnings, Historical Cost Basis Book Values, and Fair Value Disclosures in the Valuation of Stock Life Insurance Companies', in *The Fair Value of Insurance Business*, edited by I. Vanderhoof and E. Altman. Boston: Kluwer Academic Publishers: 191–217.

Piedrahita, F. G. e Montoya, S. R. (2016), ‘Study and application of an Asset-Liability Management model for a life insurance product’, *Mathematical Engineering*, EAFIT University.

Rebelo, C. T. (2009). *Modelação do Risco de Taxa de Juro nas Empresas Seguradoras*, Dissertação, Mestrado em Ciências Actuarias, Universidade Técnica de Lisboa.

SOA - Society of Actuaries (2003). Asset Liability Management, Professional Actuarial Specialty Guide BB-1-03.

van der Meer, R. e Smink, M. (1993). ‘Strategies and techniques for asset-liability management: An overview’, *The Geneva Papers on Risk and Insurance Issues and Practice*, **18**(S2): 144–157.

van der Meer, R. e Smink, M. (1997). ‘Life insurance asset-liability management: An international survey’, *The Geneva Papers on Risk and Insurance Issues and Practice*, **22**(82): 128–142.

Yan, F. e Rodríguez-Pardo, J. M. (2015). ‘Asset-Liability Management – ALM in Life Insurance Risk Management’, *Análisis Financiero*, 128:78–91.

Anexo 1

Neste anexo estão contempladas os conteúdos da ficha técnica do produto utilizados para a realização do projeto.

MODALIDADE: Capital Diferido a Prémios Únicos sucessivos com Contrasseguro de Prémios Pagos – Individual

ECONOMIA DO CONTRATO: Seguradora garante o pagamento, em caso de vida da pessoa segura, do capital segura à data do vencimento do contrato que pode ser pago de uma só vez ou através de uma renda. Em caso de falecimento da Pessoa Segura antes do vencimento do contrato, a Seguradora garante o pagamento do Capital Constituído até à data. Em caso de resgate antes do vencimento do contrato, a seguradora garante o pagamento do capital constituído até à data líquido dos encargos de resgate. O capital constituído é o valor da Provisão Matemática e resulta da totalidade dos prémios pagos, líquidos de encargos, capitalizados à taxa técnica e acrescidos das participações nos resultados. O Tomador do seguro pagará prémios Periódicos até à data do vencimento do contrato podendo pagar prémios extraordinários.

BASES TÉCNICAS

Tábua de Mortalidade: GKM 80 (incluindo prémios e provisões matemáticas)

Taxa Técnica: 3% (incluindo prémios e provisões matemáticas)

Encargos:

- Gestão Interna
 $g1 = 2,00\%$ - sobre o Prémio Único Comercial
- Gestão Externa
 $g2 = 0,50\%$ - sobre o Prémio Único Comercial
- $X = 1\%$ - das Provisões Matemáticas, para fazer face aos encargos inerentes à gestão dos contratos desta modalidade. Esta carga será debitada anualmente na Conta de Resultados desta modalidade.

Capital Constituído em 31.12 = Provisão Matemática Pura em 31.12

$t = 1$

$${}_tV_x^{31.12} = \sum_j P''_{j,t} (1 - (g1 + g2))(1 + i)^{\frac{\alpha_{j,t}}{365}}$$

$t > 1$

$${}_tV_x^{31.12} = {}_{t-1}V_x^{31.12}(1 + i) + \sum_j P''_{j,t} (1 - (g1 + g2))(1 + i)^{\frac{\alpha_{j,t}}{365}}$$

$P''_{j,t}$ - é o prémio j pago no ano civil correspondente à anuidade t

$\alpha_{j,t}$ - é o número de dias decorridos desde a data de pagamento do prémio j até 31.12

Anexo 2

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Rendimentos										
Cupões (Obrigações)	2.805.259,92	2.784.640,92	2.649.365,89	2.641.702,99	2.505.797,58	2.468.727,86	2.446.463,14	2.379.388,11	2.262.566,25	2.221.329,47
Dividendos (Ações)	46.332,80	47.986,01	49.780,02	51.738,62	53.890,94	56.272,79	58.928,21	61.911,52	65.289,85	69.146,22
Prêmios	10.820.402,60	7.825.154,29	5.775.303,08	4.117.097,68	3.577.850,11	2.950.846,06	2.528.204,80	2.235.631,67	1.977.472,55	1.579.686,94
Total Inflows	13.649.950,65	10.620.576,69	8.418.485,62	6.733.610,33	6.028.246,12	5.332.847,59	4.851.422,21	4.449.880,75	4.035.766,66	3.569.496,07
Despesas										
Morte	496.256,59	360.359,80	293.506,84	276.881,82	265.038,77	247.434,40	245.408,90	243.032,59	233.897,09	216.362,34
Despesas	561.293,92	483.160,83	440.016,30	405.413,91	393.152,92	377.946,59	359.023,93	344.996,40	329.469,02	310.230,87
Indemnização	10.233.308,22	6.490.291,21	5.555.884,95	3.327.139,51	3.511.361,71	3.688.415,25	3.123.418,10	3.100.801,84	3.386.977,54	3.341.544,88
Total Outflows	11.272.653,40	7.308.210,72	6.247.874,25	3.964.146,37	4.095.305,24	4.201.143,51	3.592.934,01	3.509.749,50	3.703.007,72	3.567.628,80
Excedente (Insuficiência)	2.377.297,25	3.312.365,97	2.170.611,37	2.769.463,96	1.932.940,88	1.131.704,08	1.258.488,20	940.131,25	332.758,94	1.867,27

Tabela IV - Resultado final da projeção de cash flows

Anexo 3

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Rendimentos										
Cupões (Obrigações)	2.281.508,42	2.260.889,42	2.134.023,77	2.126.360,87	1.990.455,46	1.953.385,75	1.931.121,03	1.864.045,99	1.747.224,13	1.705.987,35
Dividendos (Ações)	46.332,80	47.986,01	49.780,02	51.738,62	53.890,94	56.272,79	58.928,21	61.911,52	65.289,85	69.146,22
Prêmios	10.820.402,60	7.825.154,29	5.775.303,08	4.117.097,68	3.577.850,11	2.950.846,06	2.528.204,80	2.235.631,67	1.977.472,55	1.579.686,94
Total Inflows	13.127.043,64	10.098.653,51	7.906.546,71	6.224.089,30	5.522.080,81	4.830.963,38	4.354.731,15	3.959.556,90	3.552.690,75	3.094.190,03
Despesas										
Morte	496.256,59	360.359,80	293.506,84	276.881,82	265.038,77	247.434,40	245.408,90	243.032,59	233.897,09	216.362,34
Despesas	561.293,92	483.160,83	440.016,30	405.413,91	393.152,92	377.946,59	359.023,93	344.996,40	329.469,02	310.230,87
Indemnização	10.233.308,22	6.490.291,21	5.555.884,95	3.327.139,51	3.511.361,71	3.688.415,25	3.123.418,10	3.100.801,84	3.386.977,54	3.341.544,88
Total Outflows	11.272.653,40	7.308.210,72	6.247.874,25	3.964.146,37	4.095.305,24	4.201.143,51	3.592.934,01	3.509.749,50	3.703.007,72	3.567.628,80
Excedente (Insuficiência)	1.854.390,24	2.790.442,79	1.658.672,46	2.259.942,93	1.426.775,57	629.819,87	761.797,14	449.807,40	-150.316,97	-473.438,77

Tabela V - Stress Test 1

Anexo 4

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Rendimentos										
Cupões (Obrigações)	2.805.259,92	2.784.640,92	2.649.365,89	2.641.702,99	2.505.797,58	2.468.727,86	2.446.463,14	2.379.388,11	2.262.566,25	2.221.329,47
Dividendos (Ações)	44.765,07	46.381,05	48.136,57	50.055,37	52.166,54	54.505,80	57.117,13	60.054,80	63.385,84	67.193,22
Prêmios	10.820.402,60	7.825.154,29	5.775.303,08	4.117.097,68	3.577.850,11	2.950.846,06	2.528.204,80	2.235.631,67	1.977.472,55	1.579.686,94
Total <i>Inflows</i>	13.648.385,46	10.618.977,33	8.416.853,03	6.731.946,10	6.026.552,42	5.331.126,74	4.849.676,68	4.448.114,16	4.033.981,87	3.567.694,79
Despesas										
Morte	496.256,59	360.359,80	293.506,84	276.881,82	265.038,77	247.434,40	245.408,90	243.032,59	233.897,09	216.362,34
Despesas	561.293,92	483.160,83	440.016,30	405.413,91	393.152,92	377.946,59	359.023,93	344.996,40	329.469,02	310.230,87
Indemnização	10.233.308,22	6.490.291,21	5.555.884,95	3.327.139,51	3.511.361,71	3.688.415,25	3.123.418,10	3.100.801,84	3.386.977,54	3.341.544,88
Total <i>Outflows</i>	11.272.653,40	7.308.210,72	6.247.874,25	3.964.146,37	4.095.305,24	4.201.143,51	3.592.934,01	3.509.749,50	3.703.007,72	3.567.628,80
Excedente (Insuficiência)	2.375.732,06	3.310.766,61	2.168.978,78	2.767.799,73	1.931.247,18	1.129.983,23	1.256.742,67	938.364,67	330.974,15	65,99

Tabela VI - Stress Test 2

Anexo 5

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Rendimentos										
Cupões (Obrigações)	2.281.508,42	2.260.889,42	2.134.023,77	2.126.360,87	1.990.455,46	1.953.385,75	1.931.121,03	1.864.045,99	1.747.224,13	1.705.987,35
Dividendos (Ações)	46.332,80	47.986,01	49.780,02	51.738,62	53.890,94	56.272,79	58.928,21	61.911,52	65.289,85	69.146,22
Prêmios	10.820.402,60	7.049.002,71	5.057.549,79	3.438.234,35	2.937.617,08	2.351.672,72	2.001.929,49	1.766.593,54	1.548.147,94	1.187.340,65
Total Inflows	13.127.043,64	9.325.211,34	7.193.533,30	5.552.894,12	4.893.248,56	4.247.437,17	3.847.502,60	3.513.289,11	3.150.246,69	2.732.324,47
Despesas										
Morte	377.563,60	246.157,13	186.711,42	165.772,85	152.446,73	147.729,25	147.843,26	145.120,05	136.655,74	117.521,15
Despesas	561.293,92	292.822,75	255.188,81	225.509,95	212.340,85	199.513,59	193.488,10	188.784,63	178.703,69	164.621,81
Indemnização	26.066.580,41	4.915.402,10	4.042.653,15	2.416.546,54	2.323.805,59	1.624.565,16	1.469.899,40	1.839.156,75	2.197.030,91	2.264.897,78
Total Outflows	26.961.894,46	5.435.341,64	4.454.938,39	2.776.113,28	2.640.716,80	1.920.315,18	1.745.679,42	2.067.566,02	2.355.086,46	2.349.165,33
Excedente (Insuficiência)	-13.834.850,83	3.889.869,70	2.738.594,90	2.776.780,84	2.252.531,76	2.327.121,99	2.101.823,18	1.445.723,09	795.160,24	383.159,14

Tabela VII- Stress Test 3

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Rendimentos										
Cupões (Obrigações)	2.281.508,42	1.164.257,54	1.037.391,89	1.029.728,99	893.823,58	856.753,87	840.805,83	767.414,12	650.592,26	609.355,47
Dividendos (Ações)	46.332,80	46.491,69	48.268,03	50.208,74	52.342,98	54.706,52	57.343,42	60.307,99	63.667,35	67.504,54
Prêmios	10.820.402,60	7.049.002,71	5.057.549,79	3.438.234,35	2.937.617,08	2.351.672,72	2.001.929,49	1.766.593,54	1.548.147,94	1.187.340,65
Total Inflows	13.127.043,64	8.230.918,52	6.102.641,32	4.467.136,74	3.814.624,25	3.177.917,94	2.795.120,23	2.468.369,64	2.120.755,40	1.719.373,98
Despesas										
Morte	377.563,60	246.157,13	186.711,42	165.772,85	152.446,73	147.729,25	147.843,26	145.120,05	136.655,74	117.521,15
Despesas	561.293,92	292.822,75	255.188,81	225.509,95	212.340,85	199.513,59	193.488,10	188.784,63	178.703,69	164.621,81
Indemnização	26.066.580,41	4.915.402,10	4.042.653,15	2.416.546,54	2.323.805,59	1.624.565,16	1.469.899,40	1.839.156,75	2.197.030,91	2.264.897,78
Total Outflows	26.961.894,46	5.435.341,64	4.454.938,39	2.776.113,28	2.640.716,80	1.920.315,18	1.745.679,42	2.067.566,02	2.355.086,46	2.349.165,33
Excedente (Insuficiência)	-13.834.850,83	2.795.576,88	1.647.702,93	1.691.023,45	1.173.907,45	1.257.602,76	1.049.440,81	400.803,62	-234.331,06	-629.791,36
Após venda de ativos	5.920,42									

Tabela VIII -Stress Test 3 após estratégia de venda de ativos